

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
28 août 2003 (28.08.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 03/071326 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : G02B 6/32,  
6/42

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP03/50024

(22) Date de dépôt international :  
19 février 2003 (19.02.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
02/02250 21 février 2002 (21.02.2002) FR

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : FCI  
[FR/FR]; 53, rue Châteaudun, F-75009 PARIS (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : ROSIN-  
SKI, Bogdan [FR/FR]; 19bis, rue du Bot, F-29200 BREST  
(FR). YABRE, Gnitabouré [FR/FR]; 7, rue Cocharrière,  
F-72100 LE MANS (FR).

(74) Mandataire : SCHMIT, Christian, Norbert, Marie;  
Cabinet Christian SCHMIT et Associés, 8, place du  
Ponceau, F-95000 CERGY (FR).

(81) États désignés (*national*) : CA, US.

(84) États désignés (*régional*) : brevet européen (AT, BE, BG,  
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,  
IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

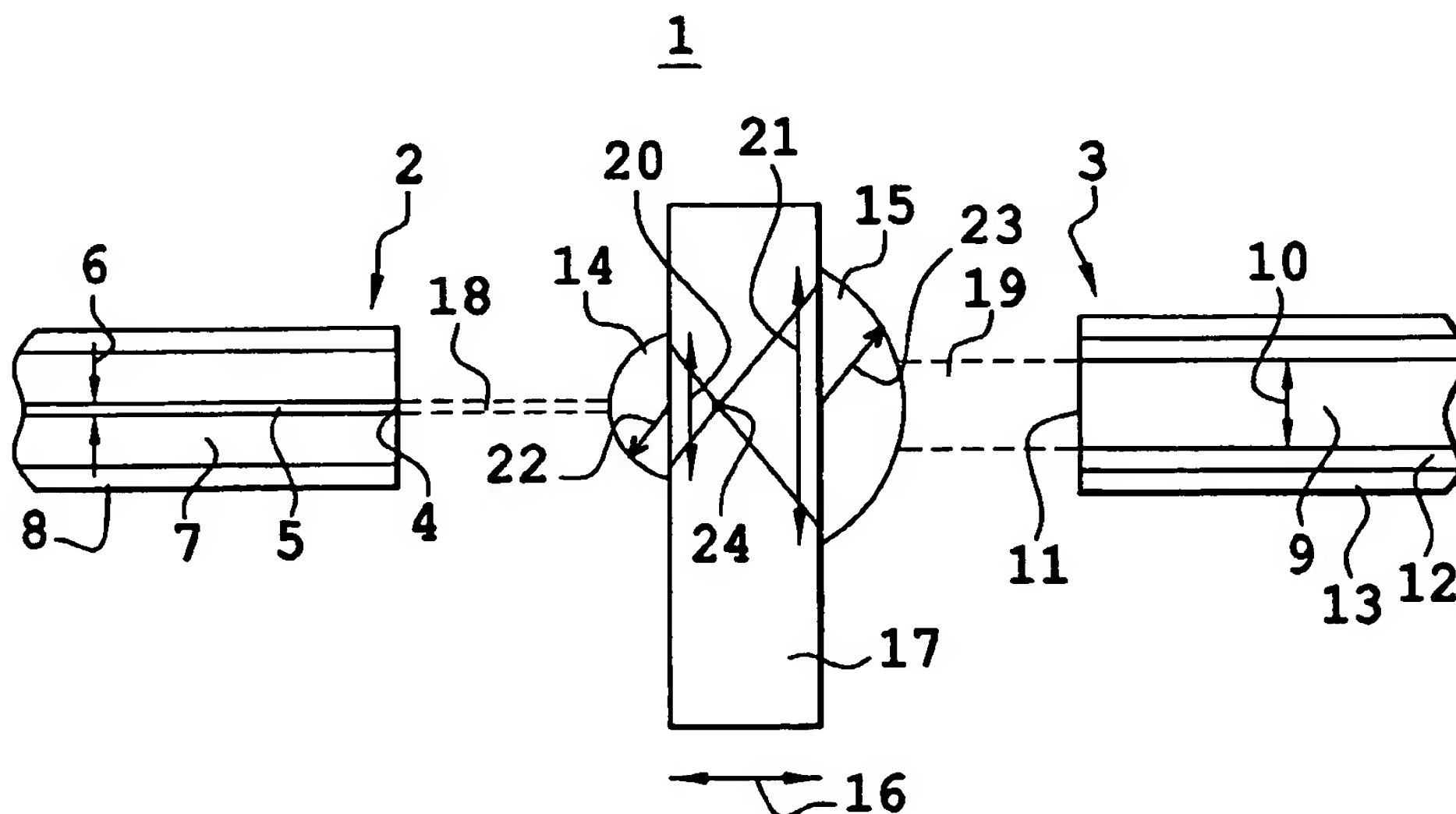
Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: OPTICAL FERRULE CONNECTOR

(54) Titre : CONNECTEUR DE FERULES OPTIQUES



(57) Abstract: In order to simplify production of a connector (1) of optical ferrules (8, 13) for interconnecting two optical fibers (5, 9), in particular of different types, an adapting space made of a material transparent to light rays is provided. A plate (17) physically representing said space bears on either side two convergent lenses (14, 15). Such an arrangement provides many degrees of freedom to adjust the characteristics of the transmission of light rays from one optical fiber to another optical fiber.

[Suite sur la page suivante]



WO 03/071326 A1



— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

---

**(57) Abrégé :** Pour simplifier la réalisation d'un connecteur (1) de férules (8, 13) optiques permettant l'interconnexion de deux fibres optiques (5, 9), notamment de types différents, on prévoit un espace (16) d'adaptation en un matériau transparent aux rayons lumineux. Une plaque (17) matérialisant cet espace porte de part et d'autre deux lentilles (14, 15) convergentes. On montre qu'en agissant ainsi on dispose de beaucoup de degrés de liberté pour régler les caractéristiques de la transmission des rayons lumineux d'une fibre optique à un autre dispositif optique.

## Connecteur de férules optiques

La présente invention a pour objet un connecteur de férules optiques principalement utilisé dans le domaine de la transmission par fibres optiques.

5 Le but de l'invention est tout à la fois de simplifier l'interconnexion de fibres optiques entre elles, voire l'interconnexion de fibres optiques avec des émetteurs ou des récepteurs optoélectroniques, et d'augmenter les performances de cette interconnexion notamment en termes de puissance transmise ainsi qu'en termes d'adaptation de modes de transmissions.

10 Une fibre optique est utilisée essentiellement comme moyen de transport d'informations, sous la forme de signaux lumineux, normalement numérisés. Ce moyen de transport présente l'avantage de résister efficacement aux bruits, notamment électromagnétiques, et de permettre par ailleurs des débits d'informations très élevés. Toutefois, le traitement dans  
15 les dispositifs informatiques actuels étant de type électronique, il importe de faire une conversion optoélectronique des signaux lumineux à traiter, à l'entrée et à la sortie de la fibre optique. Diverses solutions ont été imaginées pour résoudre ces problèmes de conversion.

Dans certaines solutions, il a été imaginé de fabriquer des harnais.  
20 Dans ces harnais, la fibre optique ou une nappe de fibre optique est munie à ses deux extrémités (ou au moins à une de ses extrémités), d'une manière fixe, d'un dispositif de conversion optoélectronique. L'inconvénient présenté par ce type de solution est que la maniabilité de la fibre en est fortement réduite. En effet, on comprend aisément que la longueur de la fibre ne peut  
25 pas être ajustée aussi facilement qu'on le voudrait, a fortiori si elle est munie de part et d'autre de circuits électroniques de conversion sertis au bout des fibres. Dans ce cas, il n'est pas du tout possible de la rallonger ou de la raccourcir. Il ne reste qu'à l'échanger contre un autre harnais de taille différente, mais de coût élevé lui aussi. Par ailleurs la présence du circuit  
30 électronique de conversion amène à réaliser à l'extrémité de la fibre optique un embout dont l'encombrement est gênant s'il faut enfiler la fibre dans des orifices étroits pour conduire les signaux d'un endroit à un autre.

Dans d'autres solutions, notamment décrites dans le document WO 00/55665, on a imaginé une férule intermédiaire, destinée à permettre un  
35 raccordement optique d'une part et munie d'autre part de moyens de

conversion optoélectroniques intégrés. Toutefois, du fait de la technique de transmission retenue et de l'architecture mécanique de réalisation, un miroir de réflexion optique doit être aménagé entre la sortie des fibres optiques et un détecteur ou un émetteur optoélectronique chargé d'effectuer la conversion.

Indépendamment des miroirs, un autre problème survient, il est celui de l'adaptation des modes de transmission et plus généralement celui de la performance de l'interconnexion entre deux fibres. Plus simplement, on peut dire que la transmission sur fibre monomode est plus intéressante qu'une transmission sur fibre multimode du point de vue des performances de transmission. En effet dans une fibre multimode, le fait que plusieurs modes de propagation existent en même temps conduit à une forte dispersion défavorable à la transmission de certaines composantes spectrales, notamment à haute fréquence. Il en résulte que les signaux binaires, à transitions abruptes, transmis sur les fibres optiques sont transmis avec des transitions moins abruptes, plus lentes. De ce fait le débit binaire utile de la fibre optique s'en trouve réduit. Toutefois les fibres multimodes, présentent un cœur de transmission plus large, sensiblement de l'ordre de 60 micromètres. Elles sont donc industriellement bien plus faciles à fabriquer que les fibres monomodes avec un cœur plus fin, typiquement de l'ordre de 10 micromètres. De ce fait, les fibres monomodes sont utilisés pour des liaisons longues distances alors que les fibres multimodes sont utilisés pour des liaisons courtes distances.

En pratique il est donc nécessaire de disposer de dispositifs d'interconnexion pour interconnecter ces fibres. Aussi, notamment comme présenté dans le document US-A-5 168 537, pour la liaison entre un émetteur ou récepteur optoélectronique et une terminaison de fibre optique, il est nécessaire de concevoir un adaptateur optique. Un tel adaptateur comporte notamment une lentille dont la focale est réglée pour faire se correspondre au mieux des surfaces d'émission ou de réception de terminaisons optiques de fibres ou de circuits intégrés de détection ou d'émission. Or du fait de la complexité de tels adaptateurs optiques, on n'arrive pas à les fabriquer à faible coût.

L'invention a pour objet de remédier à ces inconvénients en proposant un adaptateur notamment capable d'être fabriqué industriellement à bas

coût. Par ailleurs dans l'invention on se donne des moyens bien plus performants d'organiser l'adaptation d'interconnexions optiques, de manière à satisfaire à tous les besoins. Le principe de l'invention est de disposer dans un espace d'interconnexion entre deux terminaisons de fibres optiques, ou  
5 entre une terminaison d'une fibre optique et un circuit intégré optoélectronique, deux lentilles séparées elles-mêmes l'une de l'autre par un espace d'adaptation. On montrera par la suite qu'en jouant d'une part sur la puissance focale de chacune des lentilles, sur la taille de ces lentilles ainsi que sur la distance de l'espace d'adaptation, on dispose alors de bien plus  
10 de degrés de liberté que dans l'état de la technique pour réaliser une adaptation de transmission. Pour obtenir le meilleur résultat on procède ensuite par simulation et par démarche empirique en modifiant ces paramètres pour obtenir le meilleur résultat. La structure qui forme l'espace d'adaptation est une simple plaque transparente (en verre ou en matière  
15 plastique, voire en résine) contre laquelle sont plaquées les lentilles et dans laquelle la propagation lumineuse est libre. La fabrication en est alors grandement facilitée.

L'invention a donc pour objet un connecteur de férules optiques comportant un port optique d'entrée et un port optique de sortie, caractérisé  
20 en ce qu'il comporte un jeu de deux lentilles chacune avec une face plate, interposées entre les deux ports optiques et plaquées contre une plaque en matériau transparent, pour permettre une répartition des rayons lumineux dans l'espace et en densité d'énergie.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit à  
25 l'examen des figures qui l'accompagnent. Celles-ci ne sont présentées qu'à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention. Les figures montrent :

- Figure 1 : une représentation schématique d'un connecteur de férules optiques selon l'invention ;
- Figure 2 : des diagrammes de puissance transmises respectivement  
30 dans l'état de la technique et avec le perfectionnement de l'invention ;
- Figure 3 : la représentation schématique de l'augmentation significative de performances, du fait de la présence de l'adaptateur de l'invention ;
- Figures 4a et 4b : des particularités de montage du connecteur de  
35 férules optiques selon l'invention en interconnexion entre deux fibres,



notamment de type différent, ou respectivement en interconnexion d'une fibre et d'un circuit optoélectronique d'émission ou de réception ;

- Figure 5 : une réalisation matricielle permettant une interconnexion simultanée de plusieurs fibres optiques présentes côte à côte.

5           La figure 1 montre, schématiquement, un connecteur 1 de férules optiques selon l'invention. Ce connecteur 1 comporte un port optique d'entrée 2, par exemple ici situé à gauche de la figure, et un port optique de sortie 3 situé à droite de la figure. Le port optique 2 reçoit une terminaison 4 d'une fibre optique 5, ici monomode et de faible diamètre 6 de cœur (par  
10   exemple de 10 micromètres). La fibre 5 en un matériau transparent à la lumière est entourée d'une gaine 7 en un matériau avec un indice de réfraction inférieur, permettant le guidage des rayons lumineux dans le cœur 5 de la fibre optique. L'ensemble est protégé par une férule 8 solide. Du côté du port de sortie 3, une fibre optique multimode 9 de diamètre 10 de cœur  
15   bien plus grand (par exemple de 60 micromètres) présente une terminaison 11 en vis-à-vis de la terminaison 4. La fibre 9 comporte également une gaine 12 et une férule 13. La dimension du diamètre hors tout d'une section de la fibre 9 est du même ordre que la dimension du diamètre hors tout de la fibre 5.

20           Le connecteur selon l'invention comporte, interposé entre les deux ports optiques 2 et 3, un jeu de deux lentilles 14 et 15. Les deux lentilles 14 et 15 sont elles-mêmes séparées l'une de l'autre par un espace d'adaptation 16. Par lentilles 14 et 15, on entend tout aussi bien des réseaux optiques, voire des hologrammes, la caractéristique essentielle des lentilles 14 et 15  
25   est de disposer d'un pouvoir de focalisation convergent. Sur le plan pratique, les lentilles 14 et 15 seront réalisées par des surmoulages d'une résine transparente au rayonnement lumineux, surmoulés sur une plaque transparente 17, de préférence en verre. Dans cette solution, les lentilles 14 et 15, peuvent présenter aux rayonnements 18 et 19 issus des, ou destinés  
30   aux, terminaisons optiques respectivement 4 et 11, des sections de préférence circulaires avec des diamètres respectifs 20 et 21 différents l'un de l'autre. Par exemple le diamètre 20 est notablement plus petit que le diamètre 21, par exemple seulement égal à sa moitié.

35           De même ces lentilles, si elles sont réalisées sous la forme de lentilles sphériques ou pseudo-sphériques, peuvent posséder des rayons de

courbure respectivement 22 et 23 différents l'un de l'autre. De cette manière on dispose de paramètres permettant de modifier les pupilles d'entrée et de sortie du dispositif, les puissances de focalisation ainsi que le mode de transmission choisi.

5 Les deux lentilles 14 et 15 sont des lentilles convergentes, et leur point de convergence sera de préférence situé dans l'espace d'adaptation 16. Il serait toutefois possible que ces points de convergence ne soient pas disposés dans cet espace. Le point de convergence, ou point focal, de chacune des lentilles pourra par ailleurs être commun et être un point 24,  
10 situé dans l'espace d'adaptation 16. Avec le point de convergence 24 les rayons sont divergents après leur convergence en ce point.

Le fonctionnement de ce dispositif est le suivant. Le rayonnement 18 issu par exemple de la fibre monomode 4 (représenté ici sous une forme parallèle pour simplifier l'explication alors qu'il n'est pas réellement parallèle  
15 dans la réalité) est focalisé par la lentille 14 sur le point 24. A partir de ce point 24, ce rayonnement diverge et se répand dans l'espace d'adaptation 16 transparent pour s'épanouir sur une face d'entrée de la lentille 15. Dans la mesure où cette lentille 15 est également une lentille convergente, elle transforme le rayonnement lumineux divergent qui l'attaque en un  
20 rayonnement parallèle 19. On constate, que le rayonnement parallèle 18 schématiquement représenté sous la forme d'un fin faisceau issu du cœur de faible diamètre 6 de la fibre optique 5 s'épanouit maintenant sous la forme d'un faisceau plus large bien adapté à pénétrer dans la fibre optique 9 de diamètre 10 de cœur plus large. On dispose alors pour effectuer le réglage  
25 de nombreux paramètres, ou degrés de liberté, qui sont d'une part l'écartement de l'espace 16 d'adaptation entre les deux lentilles 14 et 15, ainsi que les diamètres et les rayons de courbure ou plus exactement les distances focales de ces lentilles.

La figure 2 montre en pratique l'effet technique de l'invention. En  
30 ordonnée est mesuré le rendement de couplage  $\sigma$  donné en fonction du déplacement latéral  $d$  mesuré en abscisse. Il s'agit de jouer sur la taille de l'impact lumineux ainsi que sur le rayon de courbure et l'ouverture du faisceau. Le but est de minimiser les pertes de puissance. Ces pertes sont des pertes d'injection, des pertes en ligne, des pertes par détection et des  
35 pénalités liées à une forte dispersion. Le but est d'augmenter la distance de

transmission potentielle. D'autre part, la minimisation des pertes peut permettre de polariser la source à un niveau plus bas pour obtenir une meilleure stabilisation, un meilleur comportement en température et une plus grande durée de vie. On arrive ainsi au résultat d'augmenter les tolérances d'alignement sans affecter la qualité de la transmission et d'améliorer les performances par excitation sélective des modes dans la fibre multimode.

La figure 2 montre ainsi que le rendement  $\sigma$  de couplage augmente quand on passe d'un montage avec une lentille, courbes 25 ou 26, à un montage avec deux lentilles et espace d'adaptation, courbes 27 et 28. Les courbes 25 et 27 concernent des lentilles sphériques. Les courbes 26 et 28 concernent des lentilles asphériques pour lesquelles le rendement est encore meilleur. La figure 2 montre notamment qu'en fonction d'un déplacement latéral (désalignement des fibres) le rendement de couplage  $\sigma$  du montage à deux lentilles de l'invention est nettement moins affecté.

Notamment, la présence de ces nombreux degrés de liberté permet de choisir une courbe de puissance qui soit la plus adéquate pour favoriser l'augmentation du débit binaire des signaux lumineux numériques transmis avec la fibre 9, sur une longue distance. Par exemple la figure 3 montre qu'avec un dispositif d'interconnexion classique de l'état de la technique, la fréquence de coupure à trois décibels du débit binaire utile est situé autour de 1,5 Gbit/s, alors qu'avec l'invention on atteint facilement 3 Gbit/s, tout simplement parce que les composantes spectrales hautes des signaux binaires lumineux transmis sont mieux transmises. En définitive, c'est l'adaptabilité de la courbe de transmission 27 28 qui rend le dispositif d'interconnexion de l'invention particulièrement performant.

On constate que cette adaptabilité est obtenue par un système lui-même particulièrement simple : dans un exemple une plaque de verre sur laquelle sont surmoulées deux lentilles en résine transparente. Ce dispositif permet de choisir une meilleure répartition des rayons lumineux dans l'espace, ainsi qu'en densité d'énergie, puisqu'on dispose de beaucoup de paramètre pour le modifier.

Bien entendu, la fibre d'entrée n'est pas nécessairement une fibre monomode, elle pourrait également être une fibre multimode. Par ailleurs le système fonctionne également dans l'autre sens (sans changer les valeurs des rayons de courbure, ni les diamètres, ni l'espace d'adaptation) pour



transmettre un rayonnement lumineux issu d'une fibre multimode 9 vers une fibre monomode 5, ou vers une autre fibre multimode. De même, une de ces fibres peut être remplacée par un dispositif optoélectronique, notamment un circuit intégré optoélectronique d'émission ou de réception.

5 Les figures 4a et 4b montrent un exemple d'intégration du principe de l'invention dans un connecteur réel. Un connecteur réel comporte dans son principe un guide 31, dans un exemple de forme cylindrique circulaire, recevant en coulissement les fibres optiques 5 et 9. Les férules 8 et 13  
10 serties à l'endroit des terminaisons 4 et 11 facilitent la manutention. Les férules 8 et 13 s'engagent précisément dans le guide 31, de part et d'autres. Dans le guide 31, on a placé une pastille 32 qui comporte un élément de la plaque 17 formant l'espace d'adaptation. L'élément de plaque 17 est surmonté de part et d'autre par les deux lentilles 14 et 15. La pastille 32 est enchâssée dans un élément de tube 33. Le tube 33 ainsi équipé est monté  
15 dans le guide 31, avant introduction des deux fibres optiques 5 et 9. Les extrémités respectivement 34 et 35 du tube 32 forment des butées pour les férules 8 et 13 lors de l'insertion des fibres optiques 5 et 9. Ces butées 34 et 35 débordent du plan externe des lentilles 14 et 15. Les butées 34 et 35 permettent de régler à une distance voulue l'insertion de ces fibres optiques.  
20 En pratique, les rayonnements 18 et 19 ne sont pas des rayonnements parallèles, notamment parce que les terminaisons des fibres optiques malgré tous les soins attachés à leur fabrication ne sont pas capables de produire de tels rayonnements en sortie. Les faisceaux 18 et 19 sont donc divergents. Dans ce cas, la présence des butées 34 et 35 et l'éloignement qu'elle  
25 imposent donnent encore d'autres degrés de liberté pour régler l'adaptation de la transmission.

Sur la figure 4b, la partie droite est identique à la partie droite de la figure 4a, elle montre une terminaison d'une fibre multimode 9. Plutôt que de permettre une interconnexion avec une fibre monomode, un circuit  
30 optoélectronique 36 émetteur ou récepteur est directement monté dans le connecteur de l'autre côté du dispositif 32 d'adaptation de l'invention par rapport à la terminaison 11 de la fibre optique 9. En agissant ainsi, on peut se passer de la présence d'un tronçon de fibre optique monomode classiquement utilisé pour permettre l'interconnexion avec un dispositif  
35 optoélectronique 36. Le dispositif optoélectronique 36 est par ailleurs

connecté électriquement, d'une manière non représentée, à des circuits de traitement et de conversion des signaux lumineux en signaux électroniques et réciproquement. La présence des butées 34 et 35 peut être remplacée dans ce cas par l'existence d'une butée 37 présente au contact entre un anneau 38 serti autour de la fêrule 13 de la fibre 9, et un bord d'un boîtier 39 contenant le circuit optoélectronique 36. Dans ce cas, il est aussi envisageable de pouvoir déplacer, ou plus exactement de pouvoir régler à une place choisie par avance, le circuit 32 d'adaptation de l'invention.

Les différents réglages sont effectués soit par simulation soit par tests empiriques. Dans ce cas, on utilise une fibre de transmission 9 de grande longueur et on injecte, par un circuit optoélectronique 36 ou une fibre 5, des signaux lumineux par l'intermédiaire du dispositif 32. On modifie ensuite la nature de celui-ci (rayons de courbure 22 et 23, largeur 16 de l'espace 17), ainsi que la position par la longueur des butées 34 et 35 du dispositif 32 par rapport aux terminaisons 4 et 11. D'une manière empirique on obtient un optimum de réglage. On choisit alors de réaliser industriellement les pastilles 32 ainsi que les guides 31 ou les boîtiers 39 avec les cotes ainsi découvertes.

Sur le plan pratique, étant donné qu'il existe des fibres multimodes de deux types, pour un dispositif d'interconnexion donné, avec un guide 31, on peut prévoir deux pastilles 32, des pastilles d'un premier type et d'un deuxième type, l'utilisateur a alors à choisir entre une pastille d'un type ou d'un autre type selon la nature des fibres optiques multimodes qu'il doit interconnecter. Au besoin, les pastilles concernées comportent des indications permettant une simplification de la mise en place, l'utilisateur n'ayant qu'à installer une pastille correspondant à un type de fibre optique qu'il utilise.

La figure 5 montre une généralisation du connecteur de l'invention. En effet, il est connu dans les dispositifs optoélectroniques de connecter plusieurs fibres optiques côte à côte dans un dispositif à plusieurs autres fibres, ou plusieurs autres dispositifs optoélectroniques, également côte à côte. Dans ce but, la plaque 17 est de plus grande taille que celle correspondant à un module d'une pastille 32, et comporte sur une première face 40 un premier jeu de lentilles telles que 15 et sur une deuxième face 41, opposée et parallèle à la première face 40, un deuxième jeu de lentilles telles

que 14 (non représenté). Les écarts entre elles des lentilles 15 sur la face 40 sont normalisés et correspondent à un écartement normalisé d'une fêrûle optique multiple présentant de multiples terminaisons optiques.

On remarque que la plaque 17 tout en étant transparente dans sa totalité n'est pas un guide d'ondes pour les ondes lumineuses qui la traversent. Celles-ci n'y subissent que des transformations optiques classiques, la qualité de la transmission étant liée à la correspondance entre elles des lentilles 14 et 15. La fabrication d'un dispositif comme celui de la figure 5 est donc simple, il suffit de surmouler (de préférence en même temps) plusieurs lentilles, le moule comportant des cavités écartées les unes des autres avec des espaces correspondant aux espaces aménagés entre les différentes lentilles 15. Eventuellement, il est possible de fabriquer les modules 32 de cette façon. Après un surmoulage global de plusieurs lentilles 15, la plaque 17 peut être coupée pour isoler sélectivement chacune des pastilles concernées. Bien entendu, sur une face 40 ainsi que sur l'autre face 41 les distances focales des différentes lentilles réalisées ne sont pas nécessairement identiques mais peuvent varier d'une lentille à une lentille adjacente. En pratique, la plaque 16 a une épaisseur 16 d'environ 1 millimètre à plus ou moins 10%. Il y a ainsi réalisation d'une matrice de lentilles.

## REVENDICATIONS

1 - Connecteur (1) de férules optiques comportant un port optique d'entrée (2) et un port optique de sortie (3), caractérisé en ce qu'il comporte  
5 un jeu de deux lentilles chacune avec une face plate (14, 15), interposées entre les deux ports optiques et plaquées contre une plaque en matériau transparent, pour permettre une répartition des rayons lumineux dans l'espace et en densité d'énergie (26-30).

2 - Connecteur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un point  
10 focal (24) de chacune des lentilles est situé dans l'espace constitué par la plaque en matériau transparent.

3 - Connecteur selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que la plaque transparente forme un dispositif optique convergent divergent.

4 - Connecteur selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce  
15 que les deux lentilles ont des diamètres (20, 21) et ou des rayons de courbure (22, 23) différents.

5 - Connecteur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la plaque transparente (16) a une longueur de un millimètre environ.

6 - Connecteur selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce  
20 qu'il est muni de deux jeux amovibles de lentilles, notamment pour correspondre à deux modes de conversion d'une propagation monomode à une propagation multimode, ou réciproquement, cette propagation multimode pouvant supporter deux types de propagation.

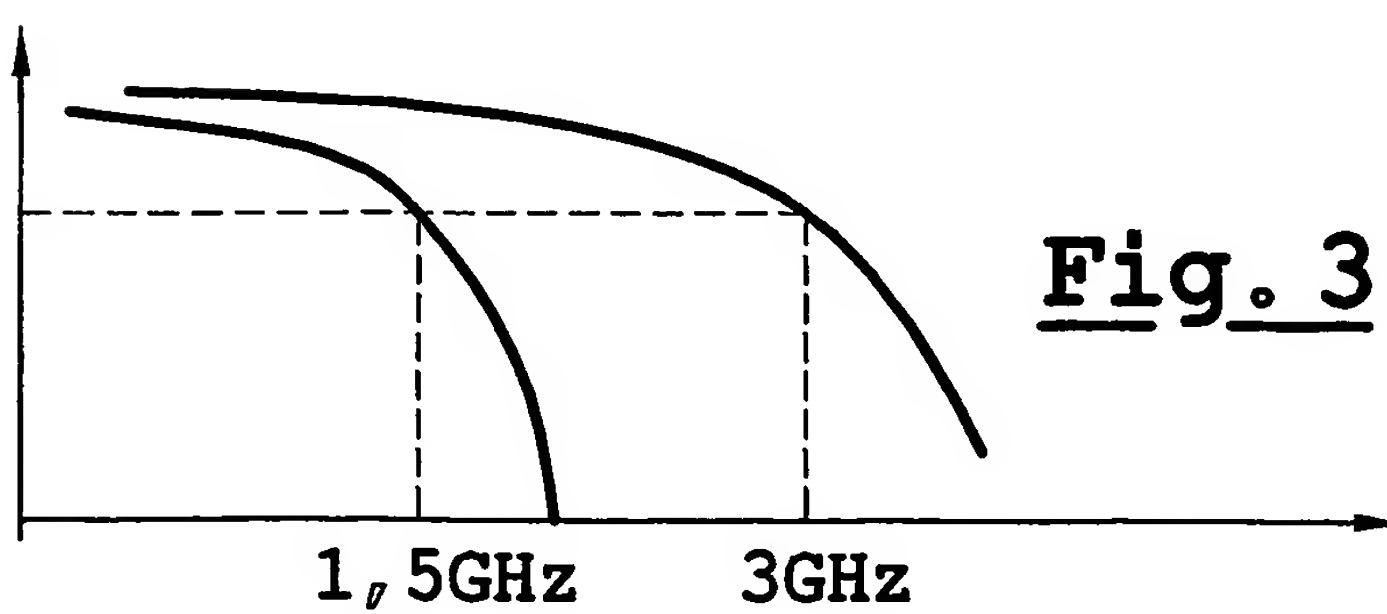
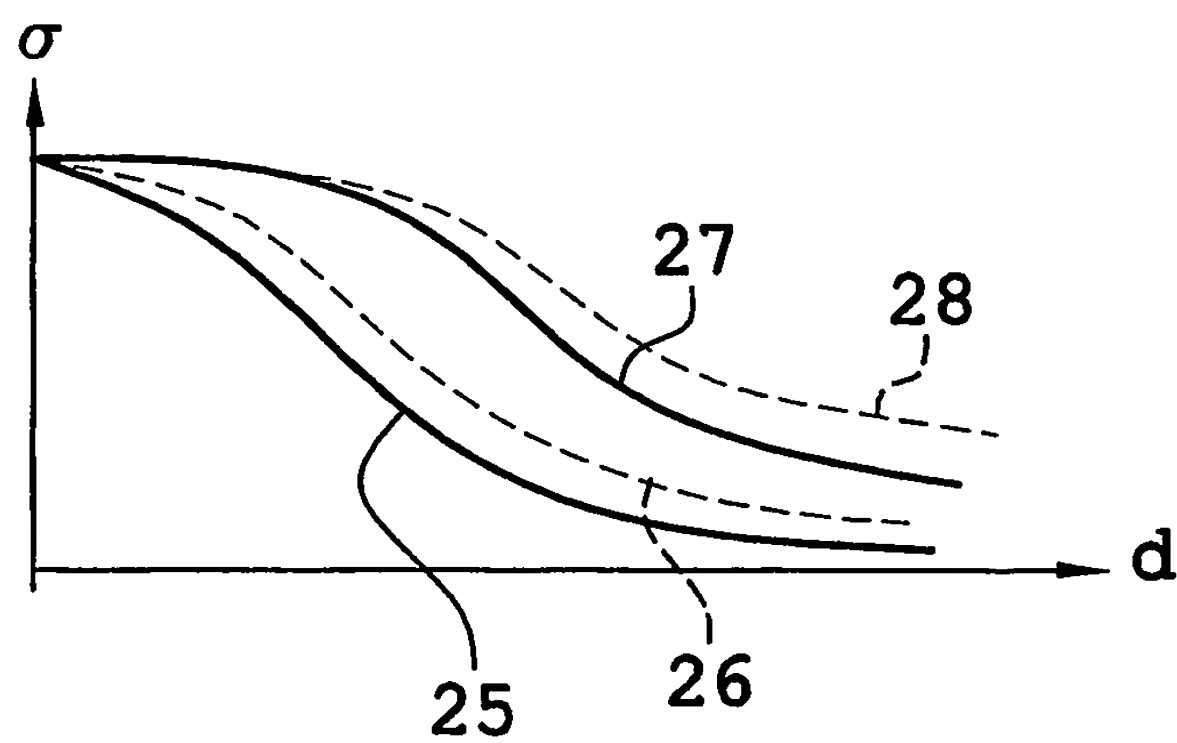
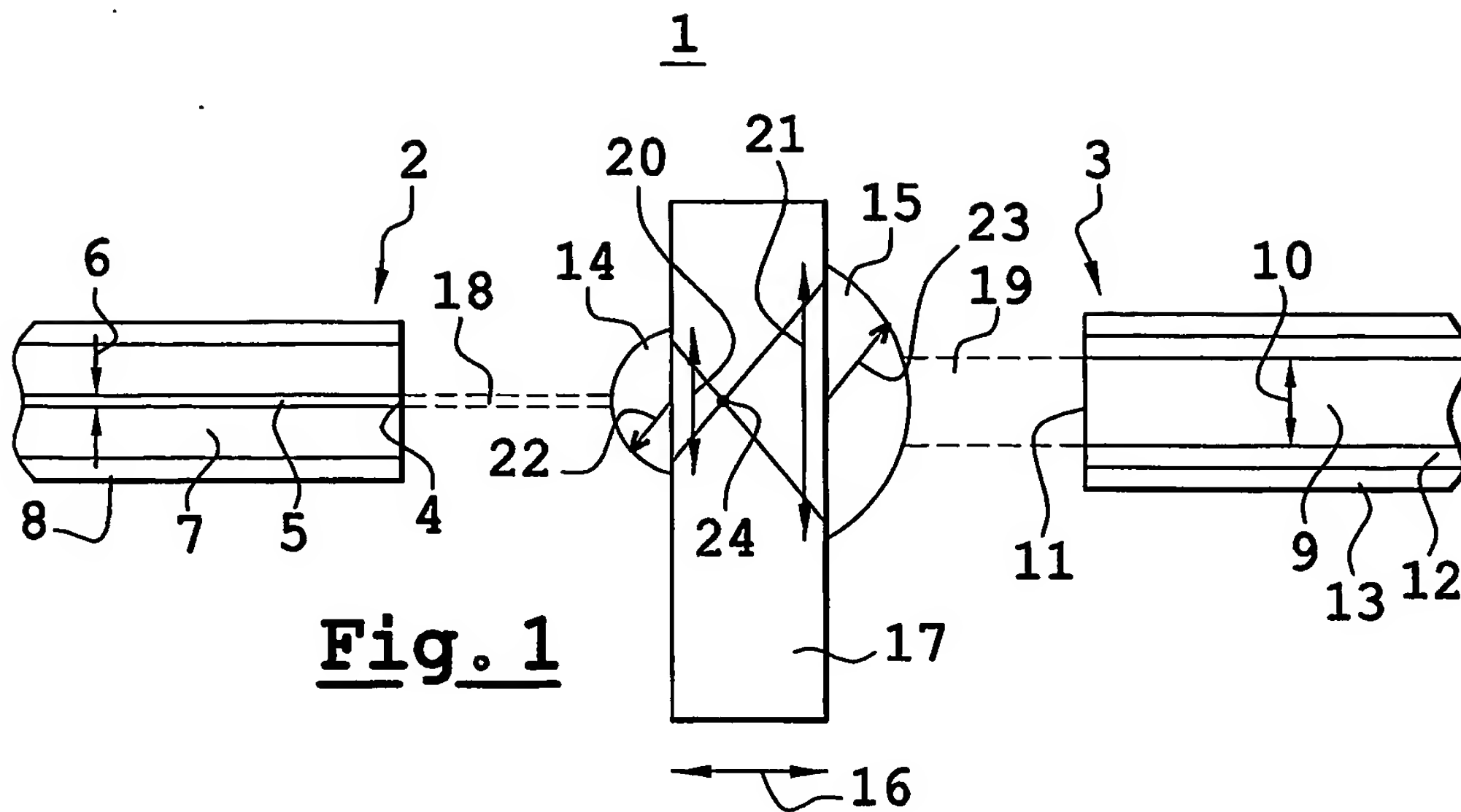
7 - Connecteur selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce  
25 que la plaque en matériau transparent est de préférence en verre (17), surmoulée par les lentilles.

8 - Connecteur selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la plaque de matériau transparent, de préférence en verre est surmoulée par une matrice de lentilles.

9 - Connecteur selon la revendication 8, caractérisé en ce que des  
30 lentilles surmoulées sur une face de la plaque sont des lentilles différentes les unes des autres.

10 - Connecteur selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que les lentilles sont en résine surmoulée sur la plaque.

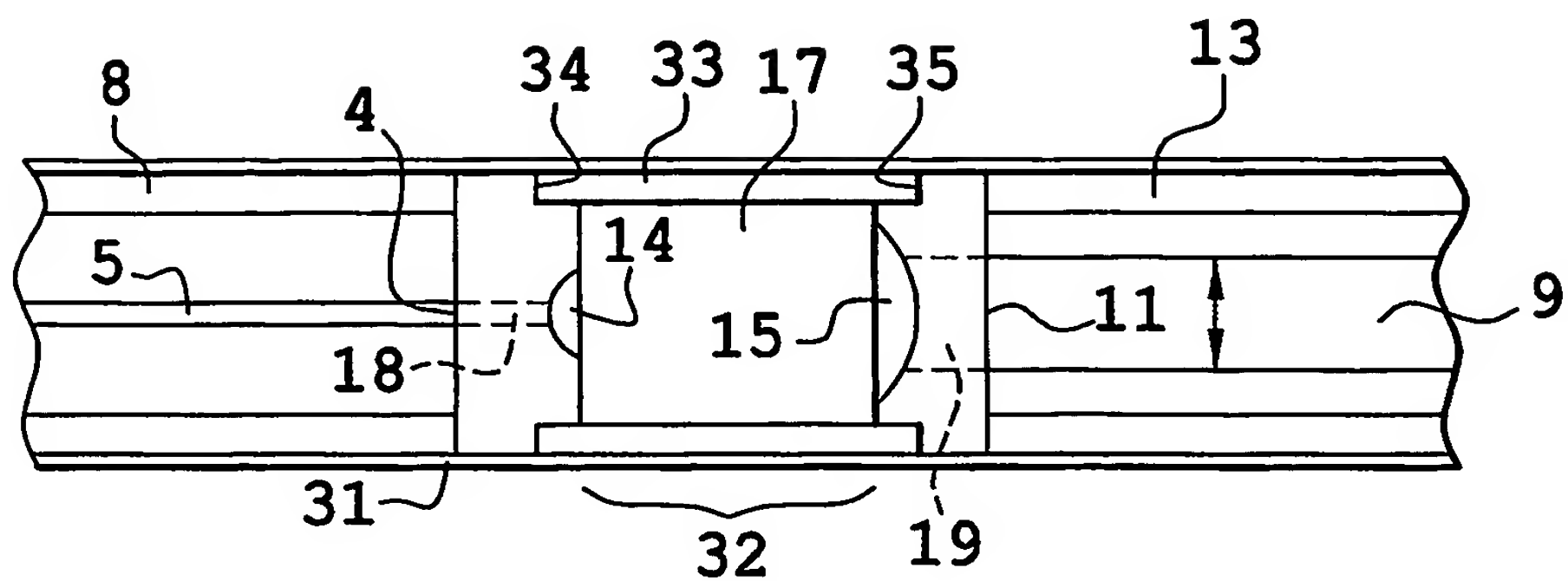
1/2



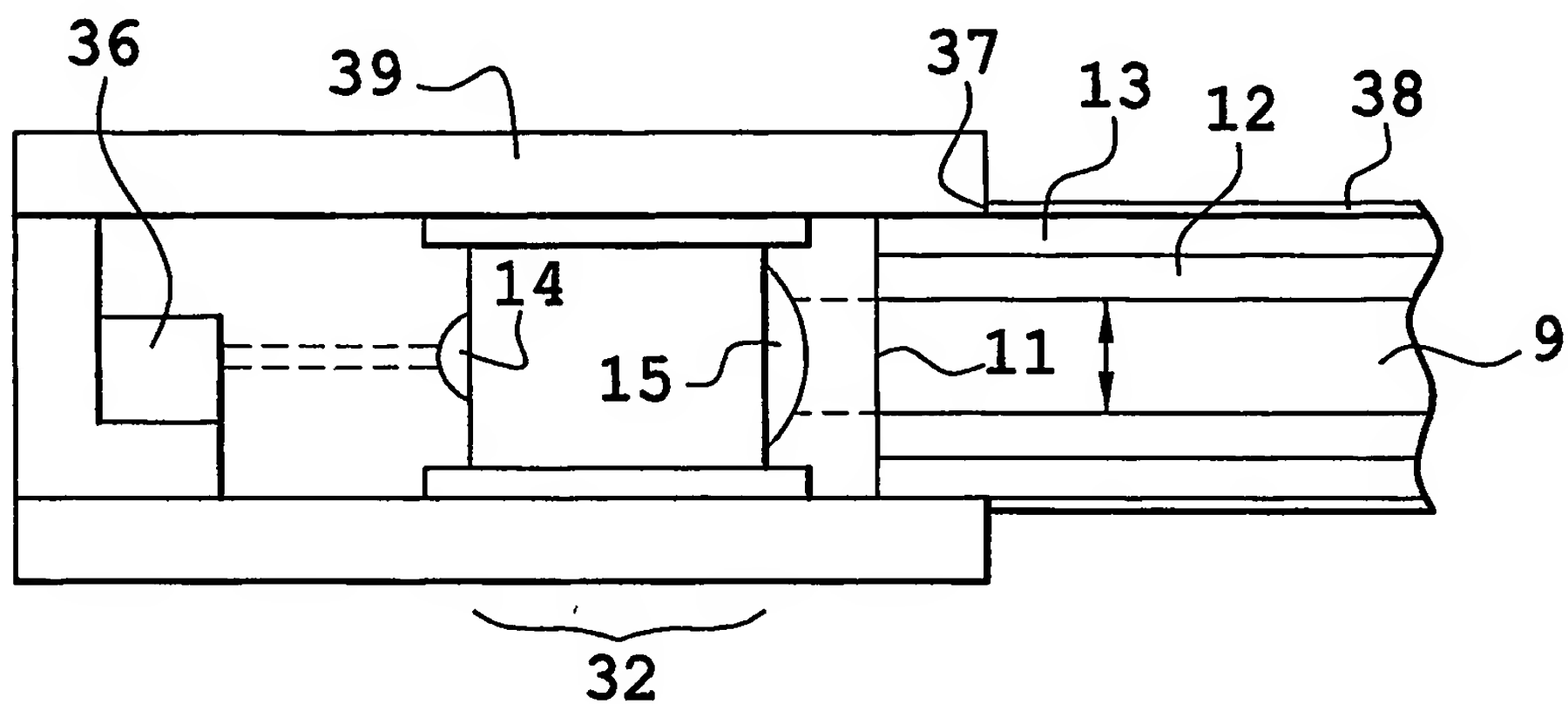


2/2

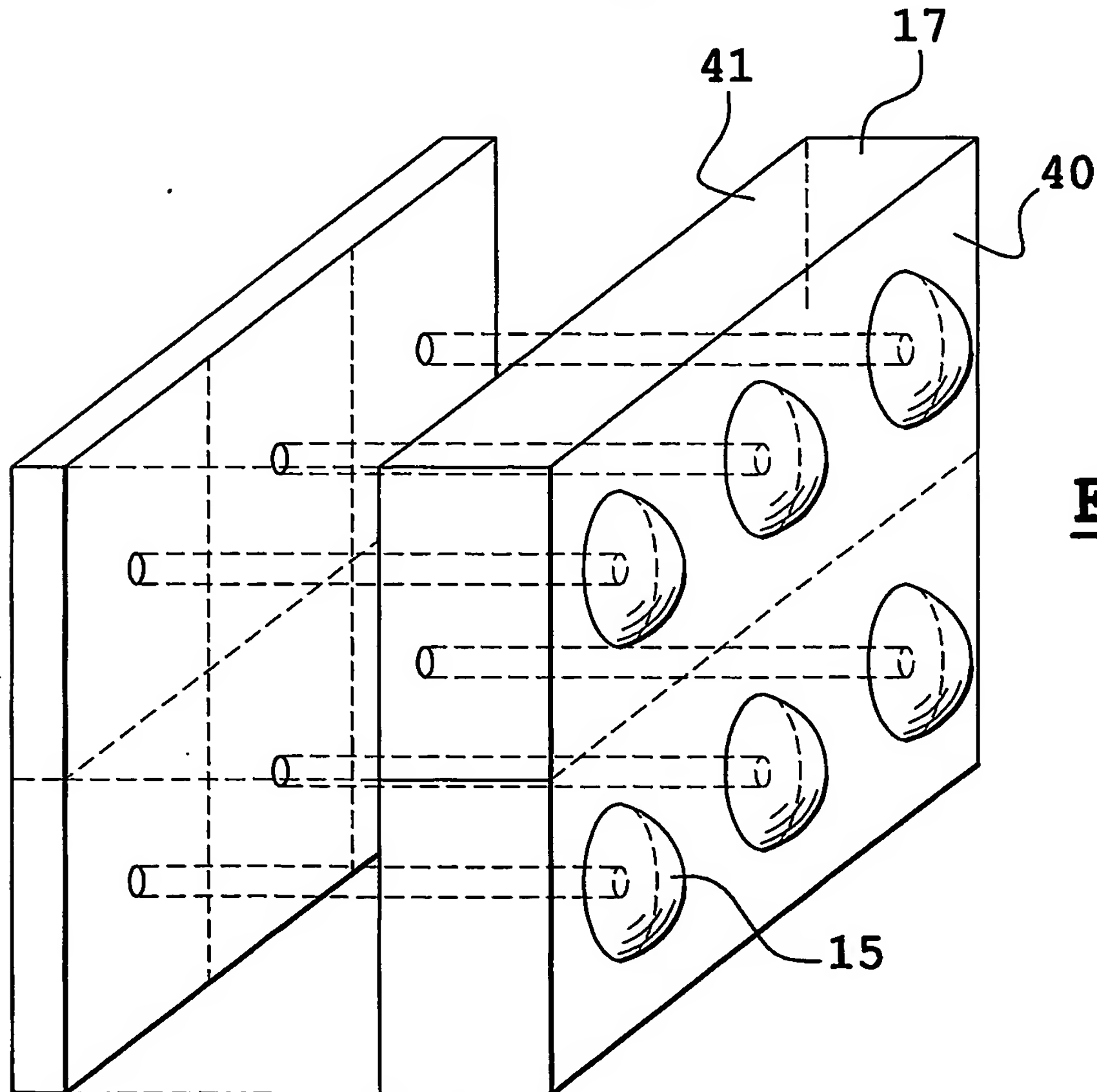
**Fig. 4a**



**Fig. 4b**



**Fig. 5**



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/50024

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G02B6/32 G02B6/42

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 798 428 A (KARIM MOHAMMAD ET AL) 17 January 1989 (1989-01-17) column 3, line 31 -column 6, line 35 figures ---	1, 4, 5
A	US 4 868 361 A (CHANDE TUSHAR S ET AL) 19 September 1989 (1989-09-19) figures 1-3A, 5 column 4, line 21 -column 7, line 59 ---	1-4
A	US 5 357 590 A (AURACHER FRANZ) 18 October 1994 (1994-10-18) figures 1-4 column 4, line 6 -column 6, line 37 --- -/-	1, 4

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

**\* Special categories of cited documents :**

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 June 2003

Date of mailing of the international search report

26/06/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mathyssek, K

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/50024

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 041 409 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 4 October 2000 (2000-10-04) figures 2-5 column 4, line 2 -column 6, line 47 ---	1,6
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 411 (P-779), 31 October 1988 (1988-10-31) & JP 63 148210 A (FUJITSU LTD), 21 June 1988 (1988-06-21) the whole document ---	1,7,10
A	US 5 907 162 A (MARUYAMA HIDEKI) 25 May 1999 (1999-05-25) figures 1-5 column 5, line 37 -column 7, line 50 -----	1,8,10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/50024

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4798428	A	17-01-1989	NONE	
US 4868361	A	19-09-1989	NONE	
US 5357590	A	18-10-1994	CA 2094011 A1 EP 0565999 A2 JP 6018741 A	17-10-1993 20-10-1993 28-01-1994
EP 1041409	A	04-10-2000	US 2002085805 A1 EP 1041409 A2 JP 2000314818 A	04-07-2002 04-10-2000 14-11-2000
JP 63148210	A	21-06-1988	NONE	
US 5907162	A	25-05-1999	JP 9307144 A	28-11-1997

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. Internationale No

PCT/EP 03/50024

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 G02B6/32 G02B6/42

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G02B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 798 428 A (KARIM MOHAMMAD ET AL) 17 janvier 1989 (1989-01-17) colonne 3, ligne 31 -colonne 6, ligne 35 figures ---	1,4,5
A	US 4 868 361 A (CHANDE TUSHAR S ET AL) 19 septembre 1989 (1989-09-19) figures 1-3A,5 colonne 4, ligne 21 -colonne 7, ligne 59 ---	1-4
A	US 5 357 590 A (AURACHER FRANZ) 18 octobre 1994 (1994-10-18) figures 1-4 colonne 4, ligne 6 -colonne 6, ligne 37 --- -/--	1,4

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

18 juin 2003

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

26/06/2003

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Mathyssek, K



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. Internationale No  
PCT/EP 03/50024

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 1 041 409 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 4 octobre 2000 (2000-10-04) figures 2-5 colonne 4, ligne 2 -colonne 6, ligne 47 ----	1,6
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 411 (P-779), 31 octobre 1988 (1988-10-31) & JP 63 148210 A (FUJITSU LTD), 21 juin 1988 (1988-06-21) le document en entier ----	1,7,10
A	US 5 907 162 A (MARUYAMA HIDEKI) 25 mai 1999 (1999-05-25) figures 1-5 colonne 5, ligne 37 -colonne 7, ligne 50 -----	1,8,10

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dem. Internationale No

PCT/EP 03/50024

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4798428	A	17-01-1989	AUCUN	
US 4868361	A	19-09-1989	AUCUN	
US 5357590	A	18-10-1994	CA 2094011 A1 EP 0565999 A2 JP 6018741 A	17-10-1993 20-10-1993 28-01-1994
EP 1041409	A	04-10-2000	US 2002085805 A1 EP 1041409 A2 JP 2000314818 A	04-07-2002 04-10-2000 14-11-2000
JP 63148210	A	21-06-1988	AUCUN	
US 5907162	A	25-05-1999	JP 9307144 A	28-11-1997